139

UNIVERSITÉ PARIS-SUD

FACULTÉ DE MÉDECINE PARIS-SUD

Année 1975 N° .....

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ÉTAT

par

KANAAN GEORGES

Né le 1er Mai 1941 à Beyrouth (Liban)

Présentée et soutenue publiquement le .....

# *Normes Internationales pour l'Eau de Boisson*

Président : Monsieur le Professeur SAPIN-JALOUSTRE

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

P/LE PRESIDENT DE L'UNIVERSITE

LE VICE-PRESIDENT:

Professeur J.P. ETIENNE

UNIVERSITE PARIS-SUD

FACULTE DE MEDECINE PARIS-SUD

THESE POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'ETAT)

par

Univ... Paris-Sud
U.E.R. ...
Service A...
12 Rue ...

K A N A A N Georges

Né le Ier Mai 1941 à Beyrouth(LIBAN)

# N O R M E S I N T E R N A T I O N A L E S
# P O U R
# L'E A U D E B O I S S O N

Le Président de Thèse:

Professeur SAPIN-JALOUSTRE.

Le Doyen de la Faculté de Médecine PARIS-SUD:

Professeur J.P. ETIENNE.

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

## CONCLUSION.

Ainsi réunies et exposées, il est toutefois très important de savoir que ces Normes Internationales de qualité pour l'Eau de Boisson, ne sont pas immuables et définitives. Elles devront demeurer constamment à l'étude, et être modifiées ou complétées chaque fois que ce sera nécessaire, et cela pour tenir compte des progrès de la technologie de l'eau. Il est certain que les recherches scientifiques au laboratoire et sur le terrain, conditionneront l'évolution en matière de normes de qualité.

Beaucoup de ces recommandations vont demeurer malheureusement provisoires, et dans bien des cas vagues, tant que des recherches et des travaux détaillés n'auront pas dégagé des connaissances de base plus abondantes. Des domaines nouveaux tels que la radioactivité, l'emploi de matériaux nouveaux dans la constitution des réseaux de distribution de l'eau, etc.. sont actuellement et constamment à l'étude pour essayer d'évaluer la pollution pouvant en résulter de leur emploi croissant dans tous les domaines de notre vie quotidienne, et l'on devrait encourager dans le monde entier, les laboratoires, les organismes publics et les spécialistes, à entreprendre des recherches, afin que les données de base essentielles sur la qualité et le traitement de l'eau, puissent être précisées aussi rapidement que possible.

Le Président de Thèse:

Doyen de la Faculté de Médecine PARIS-SUD

Professeur J.P ETIENNE

Professeur SAPIN-JALOUSTRE

## CONCLUSION.

Ainsi réunies et exposées, il est toutefois très important de savoir que ces Normes Internationales de qualité pour l'Eau de Boisson, ne sont pas immuables et définitives. Elles devront demeurer constamment à l'étude, et être modifiées ou complétées chaque fois que ce sera nécessaire, et cela pour tenir compte des progrès de la technologie de l'eau. Il est certain que les recherches scientifiques au laboratoire et sur le terrain, conditionneront l'évolution en matière de normes de qualité.

Beaucoup de ces recommandations vont demeurer malheureusement provisoires, et dans bien des cas vagues, tant que des recherches et des travaux détaillés n'auront pas dégagé des connaissances de base plus abondantes. Des domaines nouveaux tels que la radioactivité, l'emploi de matériaux nouveaux dans la constitution des réseaux de distribution de l'eau, etc.. sont actuellement et constamment à l'étude pour essayer d'évaluer la pollution pouvant en résulter de leur emploi croissant dans tous les domaines de notre vie quotidienne, et l'on devrait encourager dans le monde entier, les laboratoires, les organismes publics et les spécialistes, à entreprendre des recherches, afin que les données de base essentielles sur la qualité et le traitement de l'eau, puissent être précisées aussi rapidement que possible.

Le Président de Thèse:

yen de la Faculté de Médecine PARIS-SUD

Professeur J.P. ETIENNE

Professeur SAPIN-JALOUSTRE

A Monsieur le Professeur SAPIN-JALOUSTRE
Professeur d'Hygiène et de Médecine Préventive
à la Faculté de Médecine PARIS-SUD,
Officier de la Légion d'Honneur,
Médaillé de la Résistance,
Croix de guerre,

Qui m'a fait le grand Honneur
de bien vouloir accepter de
présider cette Thèse.
Qu'il daigne accepter le
témoignage de ma sincère
gratitude, et de mon profond
respect.

A Monsieur le Professeur SAPIN-JAUSTRE
Professeur d'Hygiène et de Médecine Préventive
à la Faculté de Médecine PARIS-SUD,
Officier de la Légion d'Honneur,
Médaille de la Résistance,
Croix de guerre,

Qui m'a fait le grand Honneur
de bien vouloir accepter de
présider mes Thèses.
Qu'il daigne accepter le
témoignage de ma sincère
gratitude, et de mon profond
respect.

A ma Mère, avec toute ma tendresse,

A mon regretté Père,

A mes Soeurs, Frères, et leurs familles,

Auxquels je dois tant, qu'ils trouvent ici le témoignage de ma plus profonde reconnaissance, ainsi que l'expression de mes sentiments les plus affectueux,

A Tous mes Amis,

Qu'ils trouvent ici l'expression d'une amitié sincère,

A Madame Louisette Fibiani,

Dont l'entrain, la bonne humeur, et la sincérité, n'ont fait que m'aider tout au long de mon séjour à Paris, qu'elle trouve ici l'expression de mon affection la plus sincère,

A Jeannine et Henri Conchon,

Sans l'amitié et l'aide desquels, ce travail n'aurait pu être mené à bien, Qu'ils soient assurés de mon amicale reconnaissance.

A ma Mère, avec toute ma tendresse,

A mon regretté Père,

A mes Soeurs, Frères, et leurs familles,

Auxquels je dois tant, qu'ils trouvent ici le témoignage de ma plus profonde reconnaissance, ainsi que l'expression de mes sentiments les plus affectueux,

A Tous mes Amis,

Qu'ils trouvent ici l'expression d'une amitié sincère,

A Madame Louisette Fibiani,

Dont l'entrain, la bonne humeur, et la sincérité, n'ont fait que m'aider tout au long de mon séjour à Paris, qu'elle trouve ici l'expression de mon affection la plus sincère,

A Jeannine et Henri Conchon,

Sans l'amitié et l'aide desquels, ce travail n'aurait pu être mené à bien, Qu'ils soient assurés de mon amicale reconnaissance.

# N O R M E S

# I N T E R N A T I O N A L E S

# P O U R

# L'E A U  D E  B O I S S O N

# NORMES POUR L'EAU DE BOISSON.

## PLAN.

INTRODUCTION.
I-Considérations générales.
II-Normes:
A-Normes Bactériologiques:
I-Indicateurs de pollution.
2-Prélèvement d'échantillons.
3-Normes bactériologiques pour l'eau de boisson.
4-Méthodes d'analyse bactériologique de l'eau.
5-Recherche des bactéries coliformes et des coliformes fécaux.
6-Recherche des streptocoques fécaux et des germes anaérobies sporogènes.
B-Normes chimiques et physiques:
I-Prélèvement d'échantillons.
2-Les normes.
3-Méthodes d'analyse chimique de l'eau.
C-Normes biologiques:
I-Objectifs.
2-Prélèvement d'échantillons.
3-Méthodes d'analyse biologique.
4-Notation des résultats.
5-Interprétation des résultats.
D-Normes radiologiques:
I-Considérations générales.
2-Prélèvement d'échantillons.
3-Concentrations maximums admissibles.
4-Méthodes d'analyse.
III-Normes de qualité pour les captages.
A-Prélèvement d'échantillons.
B-Techniques de prélèvement.
C-Caractères physiques.
D-Caractères chimiques.
E-Normes bactériologiques.
F-Normes biologiques.
G-Normes radiologiques.
IV-Services de laboratoire pour l'analyse de l'eau.
V-Acquisitions récentes en Virologie,Biologie et Radio
VI-Problème des Pesticides.

CONCLUSION.

# INTRODUCTION.

Les normes de qualité pour l'eau de boisson ont été établies par divers organismes dans le monde, et publiées dans divers ouvrages de référence faisant autorité, ou dans des revues scientifiques.

Ainsi nous savons que certains pays ont établi leurs propres normes de qualité applicables sur leur territoire, et ont introduit un certain degré d'uniformité dans les méthodes d'analyse ainsi que dans le mode de notation des résultats. En revanche, d'autres pays ne possèdent pas de normes officielles ou reconnues, et n'ont pas de méthodes agréées d'analyse pour déterminer la qualité et la salubrité de l'eau. Cette double constatation nous amène à dire que la qualité de l'eau pourrait être grandement améliorée dans le monde, s'il était possible de comparer l'efficacité des divers procédés de traitement grâce à l'adoption de méthodes uniformes, tant pour l'analyse de l'eau que pour la notation des résultats. Et ainsi nombre d'épidémies d'origine hydrique pourraient être évitées.

Nous nous proposons donc de présenter dans cet ouvrage, avec l'aide de renseignements fournis par l'"Organisation Mondiale de la Santé", qui a déployé un effort considérable dans ce domaine, un schéma clair et précis des différentes normes de qualité existantes et appliquées actuellement dans la plupart des pays du monde.

## I-CONSIDERATIONS GENERALES.

Il est universellement admis que l'eau destinée à la consommation humaine, ne doit contenir en quantités dangereuses, ni substances chimiques, ni germes nocifs pour la santé. Elle doit être non seule ment saine, mais encore le plus agréable possible, par: Une absence de turbidité, de goût, ou d'odeur désagréable ou simplement perceptible. Ce sont là des conditions importantes auxquelles l'eau destinée à l'usage domestique doit satisfaire. Ainsi, l'emplacement, la construction, l'exploitation et la surveillance d'un système d'alimentation en eau (avec ses sources, ses réservoirs, ses installations de traitement et son réseau de distribution) doivent être tels que tout risque de pollution et de contamination soit exclu.

Les normes qui vont être présentées, seront valables pour tous les approvisionnements publics dans lesquels un contrôle des opérations de traitement et de distribution est nécessaire, afin d'assurer à la population desservie, une eau de boisson saine et de bonne qualité, que ces approvisionnements proviennent de nappes souterraines, ou de lacs, ou de rivières, ou de différentes nappes de surface.

## II-NORMES DE QUALITE ET DE SALUBRITE DE L'EAU DE BOISSON.

### A-NORMES BACTERIOLOGIQUES.

Les normes bactériologiques pour l'eau de boisson dépendent essentiellement de la connaissance complète des conditions que l'on rencontre au point de captage et en tous les points du réseau de distribution.Toute eau distribuée doit être régulièrement contrôlée depuis le captage jusqu'au robinet de l'usager, et les prélèvements doivent être répétés dans des conditions météorologiques différentes,notamment après de fortes chutes de pluie,et ce n'est qu'au moyen d'une série de prélèvements effectués au cours d'une certaine période qu'il est possible de s'assurer de la qualité de l'eau distribuée.

#### I-Indicateurs de pollution:

##### a)-Germes indicateurs de pollution fécale:

Le principal danger de pollution auquel est exposée l'eau de boisson,est celui d'une contamination récente par:

- des eaux d'égouts;
- ou des excréments humains;
- ou même contamination d'origine animale.

Si une telle contamination s'est récemment produite,et s'il existe des malades infectieux ou des porteurs de germes de maladies telles que la fièvre Typhoide ou la Dysentérie parmi les individus auxquels la contamination est imputable,l'eau peut alors contenir les germes de ces maladies,et sa connaissance risque d'engendrer de nouveaux cas.

Par ailleurs,lorsque des germes pathogènes existent dans des matières fécales ou des eaux résiduaires,il n'est pratiquement pas possible de procéder à la recherche courante de ces bactéries dans des échantillons d'eau de boisson.Sachant que leur nombre est presque toujours de beaucoup inférieur à celui des germes excrémentiels normaux qui sont plus faciles à déceler,on en déduit que si ces germes normaux ne se trouvent pas dans l'eau,les germes pathogènes sont également absents.

Il s'ensuit donc que le recours aux bactéries excrémentielles banales comme indicateurs d'une contamination fécale,donne une certaine marge de sécurité.

Les germes les plus couramment utilisés comme indicateurs de pollution fécale,sont les "Coliformes fécaux".Ce terme englobe des organismes un peu plus divers,mais tous d'origine nettement fécale et révélateurs d'une pollution récente.

Quoiqu'il en soit,tous ces organismes sont normalement absents de l'eau et,lorsqu'ils s'y trouvent,ils doivent être considérés comme le résultat d'une pollution.

Dans les cas douteux,la recherche de "Streptococcus faecalis",et des germes anaérobies sporogènes dont le "Clostridium welchii",permet d'obtenir la confirmation de la nature fécale de la pollution.En effet,les streptocoques fécaux sont toujours présents dans les matières fécales,en nombre variable,mais généralement plus faible que celui des coliformes fécaux. Ces streptocoques meurent dans l'eau et disparaissent environ dans les mêmes conditions et délais que "E.Colf et généralement plus rapidement que les autres coli—

formes.Donc si on trouve dans un échantillon d'eau des organismes du groupe coliforme,mais pas de coliformes fécaux,l'identification de streptocoques fécaux donnera une confirmation importante du caractère fécal de la pollution.

En ce qui concerne les germes anaérobies sporogènes,il faut savoir que les spores peuvent survivre dans l'eau plus longtemps que les coliformes fécaux et résistent habituellement à l'action du Chlore aux doses normalement utilisées pour la désinfection de l'eau.La présence de"Cl.welchii" dans une eau naturelle fait penser à une contamination fécale et,en l'abscence de bactéries coliformes,suggère une contamination déjà ancienne.

b)-Numération des germes totaux:

Cette numération se fait sur gélose nutritive à 35-37°C,et sur gélose ou gélatine nutritive à 20°C.Pour avoir une certaine utilité,il est nécessaire de pratiquer une série de numérations faites sur des échantillons prélevés successivement dans un puits profond ou une source jaillissante,et de les comparer avec les résultats de l'analyse de l'eau à étudier.Ainsi, une augmentation soudaine du nombre des colonies,peut être le premier signe indicateur d'une contamination. Il est évident que des numérations répétées seront très précieuses pour le contrôle des opérations de traitement de l'eau.

2-Prélèvement d'échantillons:

Une précaution est à prendre:Quand plusieurs échantillons sont prélevés au même moment et au même point,celui qui est destiné à l'analyse bactériologique sera recueilli le premier,cela afin d'éviter le risque de contamination accidentelle au cours de l'opération.

a)-Récipients pour prélèvements:

On utilisera pour les analyses bactériologiques,des flacons en verre (neutre) stérilisés et pourvus d'un bouchon rodé à l'émeri.Le bouchon et le col du flacon devront être protégés,soit par un capuchon de papier ou de parchemin,soit par une mince feuille de papier aluminium.D'autre part,il est recommandé d'introduire pour un flacon stérilisé de I70 ml d'eau, une dose de 0,I ml d'une solution à 3% de thiosulfate de sodium cristallisé (3,0 mg),ceci afin de neutraliser au moins 5 mg/l de chlore résiduel.Il est bien entendu souhaitable de déterminer au préalable la teneur en chlore résiduel au point de prélèvement.

b)-Techniques de prélèvement:

En ce qui concerne le flacon qui doit servir au prélèvement,il doit rester bouché jusqu'au moment du remplissage.Le bouchon sera enlevé avec précaution pour éviter toute souillure;et pendant le prélèvement,le bouchon et le col du flacon ne devront pas être touchés à la main et seront protégés contre toute contamination.Le flacon sera tenu près du fond,et sera rempli sans rinçage préalable,et le bouchon sera immédiatement remis en place.

Différents modes de prélèvement existent car les lieux de prélèvement pour l'analyse bactériologique ne sont pas toujours les mêmes.Quelques exemples:

-Pour un prélèvement au niveau d'un robinet,il faudra être fait sur la conduite principale.Ce robinet devra être nettoyé et entièrement ouvert pendant 2 à 3 minutes et même plus parfois,cela afin de permettre le renouvellement complet de l'eau contenue dans la canalisation.On évitera de se servir de robinets qui fuient

-Autre exemple: Pour un prélèvement dans un cours d'eau, il est souhaitable de le pratiquer un peu loin de la rive, tout en évitant les zones de relative stagnation, cela afin d'obtenir un prélèvement représentatif de l'eau captée pour être distribuée aux usagers.

c)-Consignes:

-Tous les échantillons devront être numérotés et accompagnés de renseignements descriptifs complets et exacts permettant de les identifier.

-En ce qui concerne la conservation des échantillons, l'analyse bactériologique devra être faite de préférence dans un délai d'une heure. En aucun cas, l'intervalle entre la mise en flacon et l'analyse ne devra excéder 24 heures, et pendant tout ce temps, il faudra maintenir la température de l'échantillon aussi voisine que possible de l'eau au moment du prélèvement.

-Le volume de l'échantillon ne devra pas être inférieur à 100 ml pour l'analyse bactériologique.

-En ce qui concerne la fréquence des prélèvements, il est évident qu'elle sera fonction du chiffre de la population desservie, des risques de pollution, de l'emplacement de la source d'alimentation et de son degré de protection:

=L'eau traitée, telle qu'elle pénètre dans le réseau de distribution au sortir de chaque installation de traitement, devra faire l'objet d'une analyse bactériologique au moins une fois par jour. De plus, deux contrôles seront faits chaque année par des ingénieurs et des techniciens de l'assainissement, sur mandat des autorités responsables, et un plan complet et exact du réseau d'alimentation devrait être établi et tenu à la disposition de ces spécialistes.

=Pour l'eau non traitée, entrant dans le réseau de distribution, il est conseillé de répéter les analyses courantes comme suit:

| Population desservie: | Intervalle maximum entre prélèvements successifs |
|---|---|
| •Jusqu'à 20000 habitants..... | Un mois |
| •De 20000 à 50000 ..... | Deux semaines |
| •De 5000I à I00000 ..... | Quatre jours |
| •Plus de I00000 habitants..... | Un jour. |

=Pour les échantillons prélevés sur le réseau de distribution, que l'eau ait été préalablement traitée ou non, il est conseillé de faire ce qui suit:

| Population desservie | Intervalle maximum entre prélèvements successifs | Nombre minimum d'échantillons à prélever sur le réseau entier de distribution |
|---|---|---|
| •Jusqu'à 20000 Hab..... | Un mois | Un échantillon par mois et par 5000 habitants. |
| •De 2000I à 50000..... | 2 semaines | |
| •De 5000I à I00000..... | Quatre jours | |
| •Plus de I00000 Hab..... | Un jour. | Un échantillon par mois et par I0000 habitants. |

Il est bien entendu qu'on devra procéder à des analyses beaucoup plus fréquentes en cas d'épidémie ou de danger immédiat de pollution, ou quand un contrôle renforcé s'impose pour toute autre raison.

3-Normes bactériologiques pour l'eau de boisson.

a)-Généralités:

Aux fins de détermination de la salubrité de l'eau, on définit le "groupe coliforme" comme suit: "Ce sont tous les bacilles en forme de bâtonnets gram-négatifs, nonsporogènes, provoquant en moins de 24 heures à la température de 44°C la fermentation du lactose avec production d'acide et de gaz.

b)-Normes:

Si une eau qui n'est pas traitée ou désinfectée a une teneur en coliformes supérieure à un germe par IOO ml,il devra lui être appliqué un procédé approprié de traitement,à savoir:chloration,désinfection, ou autre.

On indiquera dans ce qui suit par l'indice MPN, à titre estimatif, la quantité des coliformes.

I/-Eau traitée:

Dans 90% des échantillons examinés au cours d'une année, les bactéries coliformes devront être absentes ou l'indice MPN devra être inférieur à I,O. Dans aucun des cas, cet indice ne devra dépasser IO.On ne devra pas trouver non plus un indice MPN compris entre 8 et IO dans deux échantillons successifs, sinon il faudra analyser sans délais des échantillons prélevés aux différents points du réseau, depuis le captage jusqu'aux stations de traitement ainsi que le processus de traitement.

2/-Eau naturelle non traitée:

Dans 90% des échantillons analysés au cours d'une année, l'indice MPN des bactéries coliformes devra être inférieur à IO. Dans aucun des cas, cet indice ne devra dépasser 20. Parmi les coliformes révélés par l'indice MPN, la proportion des coliformes fécaux ne devra pas dépasser 40%. De même, on ne devra pas trouver un indice MPN égal ou supérieur à I5 dans deux échantillons consécutifs. Si cet indice MPN est régulièrement égal ou supérieur à 20, on devra envisager le traitement de l'eau.

4-Méthodes d'analyse bactériologique de l'eau:

Nous ne traiterons pas ici des méthodes de laboratoire, mais nous nous bornerons à citer 2 remarques

=La température d'incubation à adopter sera comprise entre 35°C et 37°C, cette température permettant d'obtenir une croissance des coliformes aussi rapide que possible et de limiter au minimum les variations caloriques dans l'étude.

=En ce qui concerne la technique, il est recommandé d'opérer au minimum sur cinq volumes de IO ml de chaque échantillon.Ceci est le minimum admissible. Il est évidemment nettement meilleur d'utiliser des volumes plus importants et plus nombreux.

5-Recherche des bactéries coliformes et des coliformes fécaux:

-Pour ce faire, il faut faciliter au maximum leur développement dans un milieu de culture ensemencé. Jusqu'à présent, les méthodes diffèrent selon les pays. Les milieux de choix pour les épreuves de présomption, semblent être actuellement: Le bouillon lactosé ou le bouillon de Mac-Conkey, additionnés de violet de bromocrésol comme indicateur, et contenant une proportion titrée de sels biliaires. Pour cela, il faudrait que l'incubation se fasse à une tepérature comprise entre 35°C et 37°C pendant 48 heures au maximum.

-Après ces épreuves de présomption, des épreuves de confirmation doivent être faites: On repique le contenu de chaque tube positif dans deux tubes contenant soit du bouillon bilié au lactose et au vert brillant, soit du bouillon de Mac-Conkey. L'un de ces tubes sera laissé à 35-37°C pendant 48 heures pour obtenir confirmation de la présence des bactéries coliformes, et l'autre sera incubé à 44°C et contrôlé, d'abord après 6 heures, puis après 24 heures, pour déceler la présence de"E. coli".

-Lorsqu'il est impossible de transporter l'échantillon à analyser, ou lorsque le transport risque de durer plus de 24 heures, il est préférable de procéder sur place à l'analyse bactériologique de l'eau. On emploie pour cela la technique de la membrane filtrante. Cette méthode constitue un instrument utile pour vérifier la qualité de l'eau et en déterminer la pollution éventuelle. En outre elle permet un haut degré de précision et se prête à l'examen d'échantillons plus volumineux que les épreuves de fermentation en tubes. De plus, elle est plus rapide et permet ainsi un contrôle plus serré de la qualité de l'eau. Mais deux inconvénients pourtant: Difficulté lorsque l'eau est trop trouble, et quand l'eau examinée a une teneur élevée en organismes non coliformes. Dans ces deux cas, cette méthode risque de ne pas être assez précise.

Ses résultats, quand elle est utilisée avec un milieu de culture bien choisi, seront très proches des indices MPN.

6 -Recherche des streptocoques fécaux et des germes anaérobies sporogènes:

Pour leur recherche, on utilise les méthodes suivantes:

a)-Streptocoques fécaux:

I/ Ensemensement de bouillon à l'azide de sodium avec des volumes d'eau en progression géométrique. Les tubes ensemensés sont laissés à 44-45°C pendant 48 H. Si les cultures se développent en l'espace de I8 heures, seule une confirmation microscopique est nécessaire. Pour celles qui se développent plus tardivement, une confirmation plus complète s'impose.

2/ Ensemensement de bouillon lactosé au

tellurite de potassium avec des volumes d'eau en progression géométrique. Le bouillon est maintenu entre 35°C et 37°C pendant 48 heures. Les tubes dans lesquels se forme un dépôt noir sont présumés positifs. Ces derniers devront être soumis à de nouveaux tests de confirmation, car la tellurite de potassium présente l'inconvénient de se décomposer à la chaleur; on ne l'ajoutera donc dans les tubes contenant le milieu de culture qu'après stérilisation.

b)-Germes anaérobies sporogènes: "Cl. welchii". Pour ces germes, on utilise l'ensemensement de lait tournesolé récemment bouilli avec des volumes d'eau en progression géométrique. Le lait ensemencé est chauffé à 80°C pendant IO à I5 minutes, pour détruire les germes non sporulés. Puis l'incubation doit se faire à 35-37°C pendant 5 jours au moins. (Une réaction positive appelée "caillot nuageux" peut parfois s'observer après 24 à 72h)

## B-NORMES CHIMIQUES ET PHYSIQUES.

On traitera dans ce chapitre des mesures à prendre pour protéger la santé des consommateurs. De ce fait, ces mesures sont en grande partie orientées vers la détermination qualitative et quantitative des catégories suivantes de substances: Substances toxiques; Substances nettement dangereuses pour la santé du consommateur; Substances qui peuvent présenter un risque pour la santé; Composés chimiques susceptibles de rendre l'eau impropre aux usages domestiques; et enfin Substances utilisables comme indicateurs auxiliaires de pollution

### I-Prélèvement d'échantillons:

a)-Prélèvement, transport et conserva-

Une quantité d'au moins deux litres est nécessaire pour l'analyse chimique de l'eau. Cette eau sera recueillie dans un flacon en verre (neutre) , pratiquement incolore, et pourvu d'un bouchon rodé à l'émeri. Avant d'être rempli, le flacon sera d'abord rincé trois fois avec l'eau à prélever. Les échantillons seront remis au laboratoire aussi rapidement que possible et conservés au frais pendant le transport. En aucun cas, le délai d'analyse chimique ne devra dépasser 72 h.

b)-Renseignements relatifs aux échantillons:

Pour chaque prélèvement, sera établi une fiche de renseignements contenant: Le nom de la personne qui a recueilli le prélèvement; la date et l'heure et l'indication du point exact de prélèvement; la température de l'eau; des précisions sur tout traitement subi par l'eau, ainsi que tous détails qu'il pourrait être utile de connaître plus tard: conditions météorologiques lors du prélèvement, niveau de la nappe d'eau, débit du cours d'eau, etc..

c)-Fréquence des prélèvements:

Pour l'analyse chimique systématique de l'eau, on prélèvera des échantillons au moins une fois tous les trois mois lorsque le réseau de distribution dessert plus de 50000 personnes, et au moins deux fois par an lorsque la population alimentée est inférieure à ce chiffre

2- Normes physiques et chimiques:

Certains corps peuvent être présents dans l'eau de boisson, mais ne doivent pas dépasser un certain maximum. Le tableau ci-après nous indique pour ces corps, les concentrations limites admissibles pour

l'eau potable des réseaux de distribution: 

| Substances: | Concentration maximum admissible |
|---|---|
| Plomb | 0,05 mg/l |
| Arsenic | 0,05 mg/l |
| Sélénium | 0,0I mg/l |
| Chrome(en chrome hexavalent) | 0,05 mg/l |
| Cyanures | 0,05 mg/l |
| Cadmium | 0,0I mg/l |
| Baryum | I,0 mg/l. |

Si la concentration de l'une quelconque de ces substances dépasse la limite indiquée, l'eau devra être considérée comme impropre aux usages domestiques.

a)-Ceci concernait les substances Toxiques

b)-Autres substances chimiques pouvant entraîner un risque pour la santé:

I/ Les Fluorures: La présence de fluorures dans l'eau de boisson est jugée indispensable, en particulier pour prévenir les caries dentaires chez les enfants. Cependant, quand ces fluorures dépassent une certaine dose, ils peuvent provoquer une fluorose dentaire chez certains enfants, et à une dose encore plus forte, ils peuvent provoquer même une fluorose endémique. La dose limite acceptable pour ces fluorures qui existent à l'état naturel dans de nombreuses eaux, sera donc comprise entre: 0,5 mg/l pour la dose minimale, et I,0 mg/l.

2/ Les Nitrates: De nombreuses eaux contiennent des nitrates à l'état naturel. Les nitrates ne sont pas dangereux pour la santé, sauf chez certains enfants âgés de moins d'un an. La consommation d'une eau contenant plus de 45 mg/l de nitrates (exprimés en $NO_3$), peut provoquer une méthémoglobinémie infantile.

c)-Substances et propriétés chimiques qui

qui influent sur la potabilité de l'eau

On trouvera dans le tableau ci-après, les concentrations limites admises comme"acceptables",mais elles n'ont qu'une valeur indicative, et peuvent être négligées dans certains cas particuliers:

| | C ion maxi. acceptable | C ion maxi. admissible |
|---|---|---|
| •Matières solides totales. | 500mg/l | I500mg/l |
| •Couleur | 5unités | 50unités |
| •Turbidité | 5unités | 25unités |
| •Goût | Limite subj. d'acceptabilité | —— |
| •Odeur | Limite subj. d'acceptabilité | —— |
| •Fer | 0,3mg/l | I,0mg/l |
| •Manganèse | 0,Img/l | 0,5mg/l |
| •Cuivre | I,0mg/l | I,5mg/l |
| •Zinc | 5,0mg/l | I5mg/l |
| •Calcium | 75mg/l | 200mg/l |
| •Magnésium | 50mg/l | I50mg/l |
| •Sulfates | 200mg/l | 400mg/l |
| •Chlorures | 200mg/l | 600mg/l |
| •Ph | 7,0-8,5 | Moins de 6,5 ou plus de 9,2 |
| •Sulfate de Mg+ Sulfate de Sodium | 500mg/l | I000mg/l |
| •Composés phénoliques (en phénol) | 0,00Img/l | 0,002mg/l |
| •Extrait chloroformique sur charbon(ECC: polluants organiques) | 0,2mg/l | 0,5mg/l |
| •Alcoylbenzène sulfonates(ABS:agents tensio-actifs) | 0,5mg/l | I,0mg/l. |

3-Méthodes d'analyse chimique de l'eau,et précautions indispensables.

Nous ne traiterons pas ici des méthodes de laboratoire pour l'analyse chimique de l'eau,mais nous nous bornerons à faire les remarques importantes et à préciser les précautions indispensables à prendre.

-Tout changement soudain dans les résultats de l'analyse chimique de l'eau dont la qualité s'était

SUBSTANCES ET PROPRIETES SUSCEPTIBLES DE RENDRE L'EAU PLUS OU MOINS IMPROPRE AUX USAGES DOMESTIQUES.

| Substance ou propriété | Effets indésirables éventuels. | $C^{ion}$ == maxi souhaitable | $C^{ion}$ = maxi admissible. |
|---|---|---|---|
| •Substances produisant des colorations parasites | Coloration parasite | 5 unités[a] | 50 unités[a] |
| •Substances dégageant une odeur | Odeurs | Pas de limite | Pas de limite |
| •Substances communiquant un goût désagréable. | Goût désagréable | Pas de limite | pas de limite |
| •Matières en suspension | Turbidité<br>Risque d'irritation gastro-intestinale | 5 unités[b] | 25 unités[a] |
| •Solides totaux | Goût désagréable, et irritation gastro-intestinale | 500mg/l | I500mg/l |
| •pH | Goût désagréable, et corrosion | 7,0à8,5 | 6,5à9,2. |
| •Détergents anioniques[c] | Goût désagréable, et formation de mousse | 0,2mg/l | I,0mg/l |
| •Huiles minérales | Goût et odeur désagréables après chloration | 0,0Img/l | 0,30mg/l. |

a=Echelle colorimétrique au platino-cobalt.

b=Unités de turbidité

Les substances utilisées comme référence, varient selon les pays.

TABLEAU (Suite)

| Substance ou propriété | Effets indésirables éventuels. | $C^{ion}$ maxi admissible | $C^{ion}$ maxi souhaitable |
|---|---|---|---|
| •Composés phénoliques (exprimés en phénol) | Goût désagréable, notamment dans les eaux chlorées | 0,002mg/l | 0,001mg/l |
| •Dureté totale | Dépôt excessif de tartre | 10mEq/l (500mg/l $CaCO_3$) | 2mEq/l a,b (100mg/l $CaCO_3$) |
| •Calcium | Dépôt excessif de tartre | 200mg/l | 75mg/l |
| •Chlorures | Goût désagréable; corrosion des conduites d'eau chaude | 600mg/l | 200mg/l |
| •Cuivre | Saveur astringente; coloration parasite; corrosion des canalisations, des joints et ustensiles | 1,5mg/l | 0,05mg/l |
| •Fer total | Goût désagréable; coloration parasite; dépôt et prolifération des ferrobactéries; turbidité | 1,0mg/l | 0,1mg/l |
| •Magnésium | Dureté; goût désagréable; irritation gastro-intestinale en présence de sulfates | 150mg/l | Si l'eau contient des sulfates: 30mg/l. Si les sulfates sont infér. à 250mg/l: tolérance de Mg jusqu'à 150mg/l. |
| •Manganèse | Goût désag.; color. paras. Dépôt canalis.; turbidité | 0,5mg/l | 0,05mg/l |
| •Sulfates | Irrit. gastro-I. si présence de Mg ou Na | 400mg/l | 200mg/l |
| •Zinc | Saveur astring; opalescence et dépôts granul. | 15mg/l | 5,0mg/l. |

jusqu'alors révélée constante, ou toute anomalie lors d'un titrage, ou toute turbidité ou odeur inattendue, doivent éveiller les soupçons.

-La précision et l'exactitude de toute méthode utilisée pour l'analyse chimique de l'eau, doivent être déterminées et notées.

-Chaque échantillon trouble sera traité différemment, suivant les substances à déterminer, le degré et l'origine de la turbidité et tous autres facteurs capables d'affecter les résultats.

-En général, si les matières en suspension sont abondantes, elles devront être séparées par décantation, centrifugation ou filtration.

-Chaque fois qu'il y aura lieu, l'analyste indiquera si l'échantillon a été filtré ou non.

## C-NORMES BIOLOGIQUES.

L'analyse biologique de l'eau, ou "examen microscopique" possède deux grands avantages: celui de mettre en évidence la pollution et les facteurs qui rendent l'eau impropre à la consommation; et celui de contrôler les traitements qu'il faut appliquer pour remédier à ces défauts.

Cette méthode d'analyse biologique, consiste en une détermination qualitative des types d'organismes présents dans l'eau, et en une estimation quantitative de leur nombre ou de leur volume. De plus, elle fera connaitre la teneur de l'eau en particules solides organiques et inorganiques.

Les organismes vivants que révèle l'analyse microscopique, sont de types et de formes multiples, et sont généralement appelés "Plancton". Ce terme est très

général et vise à la fois des organismes flottants microscopiques et quasi microscopiques, et de très petits organismes fixés sur les rives des lacs et des réservoirs ou des rochers, et aux ouvrages d'art.

I-Objectifs de cette analyse biologique.

L'analyse biologique de l'eau va servir à atteindre les cinq objectifs suivants:

I/ Déterminer la cause des saveurs et des odeurs désagréables, et contrôler les traitements appliqués à l'eau pour corriger ces défauts;

2/ Faciliter l'interprétation des résultats de diverses analyses chimiques;

3/ Permettre l'identification d'une eau déterminée lorsqu'elle est mélangée à une autre eau de composition différente;

4/ Définir les causes du colmatage des canalisations de distribution, des filtres et autres installations de traitement;

5/ Déceler rapidement la pollution de l'eau par des matières organiques, la contamination par des substances toxiques et la pénétration d'eaux polluées dans le réseau de distribution.

2-Prélèvements d'échantillons:

a)-Récipients pour prélèvements:

Le récipient à utiliser sera en général un flacon propre (Stérile ou non) en verre neutre, d'une capacité d'au moins 2 litres, à large goulot, et pourvu d'un bouchon rodé à l'émeri. Il est indispensable que la quantité minimum de l'échantillon à étudier ne soit pas inférieure à 200 ml, et de plus, il faut laisser subsister un petit volume d'air sous le bouchon de manière à fournir de l'oxygène pour la respiration des organismes

contenus dans l'eau.

b)-Techniques de prélèvement:

En ce qui concerne les points de prélèvement, on essaiera de les coincider, chaque fois qu'il est possible, avec les points de prélèvement des échantillons destinés aux analyses bactériologiques et chimiques. Les mêmes méthodes de prélèvement que pour les analyses bactériologiques, seront utilisées ici.

D'autre part, tous les échantillons seront accompagnés de renseignements descriptifs complets et exacts permettant de les identifier.

c)-Conservation des échantillons.

Comme pour toutes les analyses, l'échantillon doit être transporté au laboratoire aussi rapidement que possible, et l'examen entrepris aussitôt. Si le délai d'un maximum d'une heure est susceptible d'être dépassé, on ajoutera à chaque portion de IOO ml d'eau prélevée, 3 à 5 ml de formaline (c'est une solution contenant 37 à 42% de formol, neutralisée de manière à obtenir un pH de 7,0 ou légèrement supérieur). c'est le meilleur procédé de conservation actuellement, mais il a ses limites, à savoir qu'il peut avoir des effets graves tels que la contraction des cellules des organismes contenus dans l'eau.

D'autre part, les échantillons doivent être maintenus à une température aussi voisine que possible de leur température originelle, et si une recherche sur des organismes vivants doit être entreprise, ces échantillons seront conservés à l'abri de la lumière du soleil car l'oxygène dissous ne doit pas s'épuiser.

d)-Fréquence des prélèvements:

La fréquence des prélèvements dépen-

dra des conditions propres à chaque source d'alimentation. Exemples: Pendant la durée du traitement, des échantillons devront être prélevés à intervalles rapprochés, parfois même quotidiens; à d'autres moments, ou quand la multiplication du plancton n'est pas à prévoir, il pourra suffire d'effectuer des prélèvements chaque mois ou même à intervalles poins rapprochés.

3-Méthodes d'analyse biologique:

Ces méthodes permettent de vérifier si une eau destinée à la consommation est de qualité acceptable, et de déceler rapidement la pollution, et de contrôler les opérations de traitement.

Cette analyse biologique demande des méthodes spéciales et un matériel de laboratoire approprié. Nous ne rentrerons pas dans le détail de ces méthodes dans cet ouvrage, mais il faut savoir qu'en procédant à cette analyse, on évaluera non seulement le nombre des organismes vivants, mais aussi la quantité de débris ou de matières amorphes, ces éléments étant importants pour la connaissance de la composition biologique de l'eau.

4-Notation des résultats:

Il existe diverses notations pour exprimer les résultats de l'analyse biologique: ou une simple numération pour indiquer la teneur en micro-organismes par millilitre d'eau prélevée; ou expression des résultats en mg/l, ou en parties par million. Ce mode de notation part de l'hypothèse que la densité des organismes est de I,O. Mais le plus fréquemment, les résultats sont exprimés en unités planimétriques standard ou en unités volumétriques standard. L'unité"planimétrique standard" est définie comme un carré de 20/$^{\mu}$ de côté et équivaut donc à 400 microns carrés; L'unité "volumétrique

standard" est un cube de 20/$^{u}$ d'arête et équivaut donc à 8000 microns cubes. L'emploi de ces unités permet d'établir un rapport direct entre le nombre d'organismes et leurs dimensions, ce qui est très important lorsqu'il s'agit d'évaluer le goût ou l'odeur dûs au plancton, car un organisme de grandes dimensions peut produire des effets plus graves que de nombreux petits organismes.

Ainsi pour indiquer le degré de pollution il suffit de donner le nombre d'organismes significatifs par millilitre. Exemple: Pour le travail courant, on dénombrera tous les organismes vivants et l'on exprimera le résultat en unités planimétriques ou volumétriques standard de plancton par millilitre d'échantillon

5-Interprétation des résultats:

L'interprétation exacte des résultats sera fonction des conditions locales, car il est impossible d'attribuer une signification certaine à telle ou telle concentration en plancton constatée dans une eau donnée. Ceci pour la simple raison que les divers organismes diffèrent considérablement les uns des autres quant à leur pouvoir de donner un goût et une odeur à l'eau. Par exemple, une seule "Synura" par millilitre, suffit à éveiller des craintes sérieuses à cet égard. Inversement, pour bien des types de plancton, un nombre élevé d'unités planimétriques ou volumétriques standard est compatible avec un goût et une odeur acceptables.

L'efficacité du traitement appliqué pour diminuer la prolifération du plancton dans les bassins d'accumulation et les réservoirs, sera constatée par une nette diminution de la teneur en plancton, et une augmentation correspondante de la teneur en matières amorphes, dûe à l'accumulation des cellules organiques tuées par le

traitement. Mais comme la destruction d'une certaine espèce de plancton est fréquemment suivie par le développement rapide d'une autre espèce, il est indispensable d'examiner une série de prélèvements supplémentaires aussitôt après le traitement, pour s'assurer que tout risque d'odeur et de goût déplaisants a bien été éliminé.

## D-NORMES RADIOLOGIQUES.

### I-Considérations générales:

#### a)-Considérations générales:

La pollution de plus en plus fréquente des sources d'approvisionnement par des matières radioactives, représente un risque de plus en plus considérable pour la qualité des eaux. Il importe donc que la radioactivité de l'eau de boisson demeure à un niveau minimum. C'est pour cette raison qu'il est recommandé d'éviter de déverser des déchets radioactifs dans les sources d'eau potable. Mais malheureusement, cette recommandation n'est pas toujours suivie en pratique, et c'est pourquoi il est proposé des limites de radioactivité pour l'eau destinée aux besoins domestiques.

Dans la présentation de ces normes, on se bornera à ne tenir compte que de la radioactivité totale de l'eau de boisson, tout en reconnaissant que les valeurs données pour la radioactivité, se situent près de la limite des possibilités de mesure par les instruments qui sont en usage actuellement.

#### 2- Prélèvements d'échantillons:

Plusieurs précautions sont à prendre:

-On devra obligatoirement prélever les échantillons non seulement au robinet de l'usager, mais aussi et surtout à la source d'approvisionnement, et en des

points judicieusement choisis sur tout le réseau de distribution. Exemple: Dans les réservoirs et les bassins d'accumulation, c'est au fond que l'on obtiendra les échantillons les plus représentatifs de la source d'alimentation, car de nombreuses substances radioactives se déposent rapidement sur le fond d'où elles peuvent plus tard se dégager pour se répandre dans tout le réseau de distribution.

-Les prélèvements devront être d'au moins I litre.

-L'eau sera recueillie dans des bouteilles de polyéthylène, ceci afin d'écarter la possibilité d'une adsorption de la radioactivité par le récipient.

-Les échantillons seront examinés le plus rapidement possible.

-Des examens de routine sont indispensables pour déterminer la radioactivité des approvisionnements en eau: Par exemple, pour déterminer les concentrations globales en particules bêta, des prélèvements quotidiens seront recommandés; pour la détermination du Strontium-90 et du Radium 226, des prélèvements sont à faire chaque jour ou à des intervalles moins rapprochés.

3-Concentrations maximums admissibles:

.Strontium-90.....30/$\mu\mu$c/litre

.Radium-226.....I0/$\mu\mu$c/litre

.Concentration bêta totale (en l'absence de strontium-90 et d'émetteurs alpha).....I000/$\mu\mu$c/litre.

Ces chiffres ont été établis d'après les valeurs publiées par la commission internationale de protection radiologique pour l'exposition professionnelle Ceci dit, si la radioactivité de l'eau de boisson est constamment supérieure aux limites indiquées, il y a

lieu de consulter l'organisme national chargé de fixer des doses maximums de radioactivité admissibles en tout lieu pour l'ensemble de la population.

## III-NORMES DE QUALITE POUR LES CAPTAGES.

### A-Prélèvements d'échantillons:

Il faudrait tout d'abord nous remémorer que les analyses bactériologiques, chimiques, physiques et biologiques des eaux de surface, répondaient à deux principaux critères:

-Celui d'une décision sur le choix d'un captage;

-Et celui d'une décision sur le traitement à appliquer pour satisfaire aux "Normes internationales pour l'eau de boisson".

En ce qui concerne la qualité des captages, le prélèvement d'échantillon au lieu de captage et l'analyse de ceux-ci, sont effectués à différentes fins:

=Celui de mesurer le degré de pollution existant et voir si l'eau se prête au traitement et, ultérieurement, aux usages domestiques;

=Pour favoriser la propreté de l'eau;

=Et enfin, pour déterminer si l'eau convient aux usages divers autres, et notamment si elle permet d'entretenir divers poissons d'eau douce.

Ces différentes fins sont liées entre elles ainsi par exemple, une rivière ou un lac n'hébergeront des poissons que s'ils sont raisonnablement propres, et cette situation permettra à son tour de considérer l'eau comme utilisable pour l'alimentation d'une collectivité.

A noter enfin que les captages idéaux sont ceux qui sont situés dans des bassins d'alimentation

pratiquement vides d'habitations humaines ou d'activités agricoles, industrielles ou autres susceptibles d'entraîner une pollution.

## B-Techniques de prélèvement:

### I-Dans les rivières:

De nombreux facteurs entrent en jeu en ce qui concerne la qualité des captages, notamment les caractères topographiques et sanitaires de la rivière à étudier, des renseignements fournis sur les autres captages de la région, et des problèmes que peuvent poser et révéler les résultats préliminaires, ainsi que toutes les données locales relatives au comportement de la rivière (crues, etc....). Tout ceci afin d'obtenir quelques échantillons dans les conditions les plus mauvaises.

Généralement, il est utile de prélever des échantillons sur une période d'au moins douze mois comprenant si possible une période sèche, et une période de débit maximum.

### 2-Lacs et retenues d'eau:

Des dispositions spéciales sont à prendre car, dans beaucoup de lacs, il y a parfois une stratification thermique: l'eau du fond étant alors désoxygénée et inutilisable. D'où, la distribution de l'eau désoxygénée dans le lac en période de "brassage" peut compliquer le traitement des eaux captées à quelque niveau que ce soit.

Il est donc parfois utile de prélever des échantillons de dépôts au fond du lac, dépôts qui pourront nous donner quelques indications simples sur la mesure dans laquelle le dépôt risque de provoquer une pollution organique de l'eau du fond ou d'ajouter à celle-ci du

fer ou du manganèse.

3-Prélèvements pour analyse bactériologique.

On utilisera pour les analyses bactériologiques, des flacons en verre (neutre) stérilisés et pourvus d'un bouchon rodé à l'émeri. Le bouchon et le col du flacon devront être protégés, soit par un capuchon de papier ou de parchemin, soit par une mince feuille de papier aluminium. D'autre part, il est recommandé d'introduire pour un flacon stérilisé de I70 ml d'eau, une dose de 0,I ml d'une solution à 3% de thiosulfate de sodium cristallisé (3,0 mg) ,ceci afin de neutraliser au moins 5 mg/l de chlore résiduel. Il est bien entendu souhaitable de déterminer au préalable la teneur en chlore résiduel au point de prélèvement.

Pour ce qui est de la conservation de ces échantillons bactériologiques, l'analyse bactériologique devra être faite de préférence dans un délai d'une heure. En aucun cas, l'intervalle entre la mise en flacon et l'analyse ne devra excéder 24 heures, et pendant tout ce temps, il faudra maintenir la température de l'échantillon aussi voisine que possible de l'eau au moment du prélèvement.

4-Prélèvements pour analyse chimique:

-Une quantité d'au moins deux litres est nécessaire pour cette analyse chimique. L'eau sera recueillie dans un flacon en verre (neutre), pratiquement incolore, et pourvu d'un bouchon rodé à l'émeri. Avant d'être rempli le flacon sera d'abord rincé trois fois avec l'eau à prélever. Les échantillons seront remis au laboratoire aussi rapidement que possible et conservés au frais pendant le transport.En aucun cas, le délai d'analyse

chimique ne devra dépasser 72 heures.

-D'autre part, il sera établi pour chaque prélèvement, une fiche de rebseignements contenant: Le nom de la personne qui a recueilli le prélèvement ; la date et l'heure et l'indication du point exact de prélèvement; la température de l'eau; des précisions sur tout traitement subi par l'eau, ainsi que tous les détails qu'il pourrait être utile de connaître plus tard: Conditions météorologiques lors du prélèvement, niveau de la nappe d'eau, débit du cours d'eau, etc...

-Pour ce qui est de la fréquence des prélèvements, il sera prélevé des échantillons au moins une fois tous les trois mois, lorsque le réseau de distribution dessert plus de 50000 personnes, et au moins deux fois par an lorsque la population alimentée est inférieure à ce chiffre.

5-Prélèvements pour analyse biologique:

Les mêmes précautions seront prises que pour les"Normes Biologiques" déjà décrites dans un précédent chapitre, en ce qui concerne le choix des récipients de prélèvement, la technique de prélèvement, la fréquence des prélèvements, ainsi que pour la conservation des échantillons.

6-Prélèvements pour analyse radiologique:

Là aussi, on prendra les mêmes précautions que pour les normes biologiques vues antérieurement, à savoir:

-Les prélèvements devront être d'au moins I litre;

-L'eau sera recueillie dans des bouteilles de polyéthylène, ceci afin d'écarter la possibilité d'une adsorption de la radioactivité par le récipient;

-Les échantillons seront examinés le plus vite;

-Des examens de routine sont indispensables pour déterminer la radioactivité des approvisionnements en eau.

C-Caractères physiques pour la qualité des captages:

Une limite colorimétrique a été fixée à 300 unités. Toute valeur inférieure à ce chiffre, dénoterait une qualité d'eau acceptable pour un traitement normal, et toute valeur supérieure indiquerait l'obligation d'appliquer un traitement spécial pour que l'eau satisfasse aux normes pour l'eau de boisson.

En ce qui concerne la turbidité de l'eau, son traitement dépendra des conditions particulières à chaque cas.

D-Caractères chimiques pour la qualité des captages:

On classe les substances chimiques éventuellement présentes dans l'eau, en quatre catégories:

I-Les substances influant sur la potabilité:

| Substances | C ion = maximum admissible, en mg/l |
|---|---|
| .Matières solides totales en solution..... | I500 |
| .Fer..... | 50 |
| .Manganèse(on suppose la teneur en ammoniaque inférieure à 0,5mg/l)..... | 5 |
| .Cuivre[a]..... | I,5 |
| .Zinc[a]..... | I,5 |
| .Sulfate de Mg+Sulfate de sodium..... | I000 |
| .Alcoyl benzène sulfonates (A.B.S.) (Agents tensio-actifs)[b]..... | 0,5. |

2-Les substances comportant un risque pour la santé:

| Substances | $C^{ion}$ maximum admissible, en mg/l |
|---|---|
| .Nitrates (en NO3)..... | 45 |
| .Fluorures..... | I,5. |

3-Les substances toxiques: dont la présence à des concentrations supérieures aux limites prescrites, suffit à faire rejeter l'eau pour l'approvisionnement public.

| Substances | $C^{ion}$ Maximum admissible |
|---|---|
| .Composés phénoliques..... | 0,002mg/l |
| .Arsenic..... | 0,05mg/l |
| .Cadmium..... | 0,0Img/l |
| .Chrome..... | 0,05mg/l |
| .Cyanures..... | 0,2mg/l |
| .Plomb..... | 0,05mg/l |
| .Sélénium..... | 0,0Img/l |
| .Radio-éléments(concentration bêta totale)..... | I000/µc/l |

4-Les substances indicatrices de pollution:

| Indicateur | $C^{ion}$ Minimum à la limite de pollution admissible, en mg/l |
|---|---|
| .Demande chimique d'O2..... | I0 |
| .Demande biochimique d'O2..... | 6 |
| .Azote total, sans NO3..... | I |
| .NH3..... | 0,5 |
| .Extrait chloroformique sur charbon..... | 0,5 |
| .Graisse..... | I. |

## E-Normes bactériologiques:

| Classification: | Indice MPN de bactéries coliformes pour IOO ml: |
|---|---|
| I-Eau utilisable après une simple désinfection | 0-50 |
| II-Eau utilisable après un traitement classique (Coagulation, filtration, désinfection) | 50-5000 |
| III-Eau fortement polluée à n'utliser qu'après un traitement poussé | 5000-50000 |
| IV-Eau très fortement polluée, inacceptable, à moins qu'on n'applique des traitements spéciaux; gisement à n'utiliser qu'à défaut d'autres possibilités | Supérieur à 50000. |

## F-Normes biologiques:

Les paramètres biologiques précis pour l'eau naturelle sont actuellement impossibles à déterminer. On appliquera donc les mêmes conclusions que pour l'eau de boisson.

## G-Normes radiologiques:

Les limites appliquées pour la radioactivité de l'eau destinée aux usages domestiques et à l'alimentation, sont appliquées ici aussi, à savoir:

- Strontium-90 ..... 30 $\mu\mu$c/litre
- Radium-226 ..... IO $\mu\mu$c/litre
- Concentration bêta totale (en l'absence de strontium-90 et d'émetteurs alpha) ..... IOOO $\mu\mu$c/litre.

## IV-UTILITES DES SERVICES DE LABORATOIRE POUR L'ANALYSE DE L'EAU.

Il est incontestable que l'utilité des normes de qualité de l'eau, dépend entièrement de l'efficacité des travaux de laboratoire, pour déterminer la qualité et contrôler le traitement. C'est dire l'importance à avoir des services adéquats: Toutes les administrations des eaux doivent disposer de laboratoires spécialisés, partout où l'effectif de la collectivité desservie le justifie. Des services analogues doivent exister même pour les petites distributions.

Sur le plan national, un organisme officiel approprié doit être chargé de surveiller le travail des laboratoires locaux, que ceux-ci dépendent des sociétés de distribution d'eau, ou soient organisés sur une base régionale. En outre, le laboratoire central de la santé publique doit comprendre un service distinct seulement chargé des analyses relatives à l'hygiène du milieu et au traitement de l'eau, ce service devant être dirigé par une personne qualifiée en matière d'assainissement, et très avertie des techniques de laboratoire, et capable pour interpréter les résultats, afin d'être en mesure d'exposer au personnel d'exécution des laboratoires dépendant des administrations locales, l'importance des données recueillies.

Il en résulte donc, qu'il est vivement recommandé que l'on exige des chefs de laboratoire locaux et du service d'hygiène du milieu relevant du laboratoire central, une formation supérieure en techniques de laboratoire et en santé publique, ainsi qu'une connaissance des principes généraux qui régissent le choix des captages et la mise en oeuvre des méthodes de traitement.

# V-ACQUISITIONS RECENTES DANS LES DOMAINES VIROLOGIQUE, BIOLOGIQUE, ET RADIOLOGIQUE.

## A-Examen Virologique:

Théoriquement possible, la transmission de maladies à virus par une eau dépourvue de coliformes, n'a jamais été constatée de façon certaine. Or, devant l'usage croissant d'eaux de boisson régénérées, il convient de souligner l'intérêt de la précipitation des substances organiques (par voie chimique), qui, en plus d'accroître l'efficacité de la désinfection, est un moyen d'éliminer les virus.

Dans les eaux brutes et dans les eaux de source, on a pu isoler plusieurs virus: Des entérovirus, des réovirus, et des adénovirus. De ces trois types de virus, ce sont les entérovirus qui résistent le mieux à la chloration. On peut donc considérer que si une eau chlorée n'en contient pas, elle peut être consommée sans danger. Il existe cependant quelques réserves concernant le virus de l'Hépatite infectieuse, car il n'a pas été encore isolé. Mais compte tenu de la morphologie et de la résistance des entérovirus, il est vraisemblable que lorsque ceux-ci sont inactivés, le virus de l'Hépatite l'est également.

La méthode d'inactivation des virus la plus employée actuellement, est l'inactivation par Oxydo-Réduction. Or, il existe une relation exponentielle entre la vitesse d'inactivation des virus, et le potentiel d'oxydo-réduction: Un potentiel de 650 mV (mesuré à l'aide d'une électrode de platine et d'une électrode au calomel), entraîne l'inactivation presque instantanée des virus, même à des titres élevés.L'oxydant

utilisé le plus couramment est le Chlore, mais d'autres oxydants peuvent être utilisés, tels l'iode, l'ozone, ou le permanganate de potassium. Quoiqu'il en soit, leur action sera entravée chaque fois qu'il existe dans l'eau des substances réductrices, essentiellement organiques. D'où, on peut en conclure que la sensibilité des virus vis-à-vis des désinfectants, dépend autant du milieu que du désinfectant utilisé.

Ainsi une eau contenant du chlore libre (Dont le potentiel d'oxydo-réduction est possible avec des concentrations faibles, au contraire du chlore combiné pour lequel est exigée une forte concentration), sera généralement exempte de virus actifs, si elle est dépourvue de coliformes. Mais on ne peut affirmer, que l'absence de coliformes viables, entraîne obligatoirement celle de virus actifs, lorsqu'il est impossible de maintenir une concentration résiduelle en chlore libre. D'où l'importance de traitements tels que la sédimentation et la filtration lente qui peuvent contribuer à l'élimination des virus.

En pratique, L'exposition pendant I heure à du chlore libre à la concentration de 0,5 mg/l, suffit pour inactiver les virus, même dans une eau initialement polluée.

On admet actuellement qu'une eau dans laquelle on trouve moins d'une unité formatrice de plage (plaque-forming unit:PFU), et par litre, peut être consommée sans danger.Pour que cet examen soit valable, il est nécessaire d'examiner un échantillon d'environ IO litres pour obtenir une estimation correcte du nombre de PFU. Pour ce genre d'analyse, il faudrait un labora- spécialisé, laboratoire que chaque pays devrait posséder.

## B-Examen Biologique:

En plus des services importants déjà décrits, l'examen biologique a permis récemment de trouver les causes du colmatage des canalisations et des filtres, et sert dans certains cas à mettre en évidence le mélange de deux eaux d'origine différente. En effet:

-Les propriétés biologiques de l'eau jouent un rôle encore plus important lorsque cette eau n'a pas été soumise aux opérations classiques de floculation et de filtration, vu qu'il risque d'y avoir prolifération accrue des bactéries du méthane dans le mucus déposé à l'intérieur des canalisations, et que l'apparition de bryozoaires tel "Plumatella", peut entraver le fonctionnement du réseau;

-De plus, certains animalcules présents dans les conduites se déplacent dans l'eau, mais d'autres comme "Dreissena ou Asellus", se fixent plus ou moins sur les parois intérieures des canalisations. Bien que ces animalcules ne soient pas nocifs en eux-mêmes, ils peuvent poutant héberger dans leurs intestins des virus ou des germes pathogènes qu'ils protègent ainsi de la destruction par le chlore;

-Aux doses habituelles, la chloration est inopérante contre certains parasites tels que les kystes amibiens, dont l'élimination n'est réalisable qu'au moyen d'une filtration efficace ou d'une chloration plus poussée qui obligera à une déchloration ultérieure pour rendre l'eau plus acceptable. L'amibiase peut être véhiculée par une eau totalement exempte d'entérobactéries, si bien qu'un examen microscopique après concentration, est le seul moyen sûr.

-Demême, les Cercaires de la schistosomiase sont eux aussi décelables à l'examen microscopique, mais rien n'indique que cette maladie soit normalement véhiculée par les eaux d'adduction;

-De plus, le Cyclops, vecteur des embryons de "Dracunculus medinensis", (agent pathogène de la draconculose ou parasitose à ver de Guinée), se rencontre dans les puits non couverts d'un certain nombre de pays tropicaux. on peut l'identifier par examen microscopique. En principe, les eaux en cause ne sont pas traitées, mais il est relativement facile d'éliminer le parasite des puits, par un aménagement matériel simple comportant une margelle, des rigoles d'écoulement, et une plate-forme protectrice.

C-Examen Radiologique:

La commission internationale de protection radiologique (CIPR), a fixé récemment les niveaux de radioactivité sur la concentration maximale admissible dans l'eau, pour l'exposition professionnelle aux divers nucléides. Les niveaux proposés sont les suivants:

-Radioactivité alpha globale.....3pCi/l

-Radioactivité bêta globale.....30pCi/l.

De plus, on a appliqué un coefficient de I/IOO dans le cas d'exposition des gonades ou du corps entier afin d'adapter ces recommandations au cas des consommateurs d'eau potable dans la population générale.

La radioactivité de l'eau de boisson doit être maintenue au minimum, et c'est pourquoi il est recommandé de ne pas admettre le déversement sans discrimination, de déchets radioactifs dans les sources d'approvisionnement en eau de boisson.

En ce qui concerne les taux des niveaux proposés pour les radioactivités alpha et bêta globales, il est bien entendu que si ces taux sont dépassés, une radio-analyse plus complète s'avèrera nécessaire, et les résultats devront être communiqués à l'autorité sanitaire compétente pour complément d'enquête.

D'autre part, lorsqu'on soupçonne l'eau de contenir du H3 provenant de retombées atmosphériques ou d'efflients nucléaires, une analyse spéciale doit être effectuée pour doser ce nucléide. On a recours à des appareils spéciaux tels que le spectromètre à scintillateur liquide, et si l'on décèle la présence de tritium à un niveau de IOOO pCi/l ou davantage, les autorités sanitaires compétentes doivent être consultées.

## VI-PROBLEME DES PESTICIDES.

Cette appellation de pesticide couvre les insecticides, les herbicides et les fongicides.

Les doses journalières admissibles de pesticides, ont été exclusivement fixées à partir de données toxicologiques. Elles sont définies comme"la quantité d'un produit chimique qui, d'après l'ensemble des données connues, paraît pouvoir être ingérée chaque jour, sans risque appréciable".

Plusieurs causes entrent en jeu pour la contamination des eaux souterraines ou superficielles par des pesticides: Par introduction directe intentionnelle (Exemple: destruction des herbes aquatiques nuisibles ou des insectes); par décharge d'eaux usées industrielles ou de restes de liquides utilisés en pulvérisations; par contamination accidentelle d'une

source de surface; ou par percolation ou lessivage par les eaux de pluie d'un champ traité.

Ainsi donc, le problème est posé en ce qui concerne les doses maximales admissibles, car pour proposer des concentrations applicables aux résidus de pesticides dans l'eau de boisson, il est nécessaire de connaître au préalable dans quelles conditions les résidus sont éliminés des sources d'approvisionnement, et quelle est l'efficacité des méthodes d'épuration de l'eau. C'est pour cette raison que chaque pays devrait disposer d'au moins un centre capable d'effectuer des recherches sur les résidus de pesticides présents dans l'eau de boisson.

## CONCLUSION.

Ainsi réunies et exposées, il est toutefois très important de savoir que ces Normes Internationales de qualité pour l'Eau de Boisson, ne sont pas immuables et définitives. Elles devront demeurer constamment à l'étude, et être modifiées ou complétées, chaque fois que ce sera nécessaire, et cela pour tenir compte des progrès de la technologie de l'eau. Il est certain que les recherches scientifiques au laboratoire et sur le terrain, conditionneront l'évolution en matière de normes de qualité.

Beaucoup de ces recommandations vont demeurer malheureusement provisoires, et dans bien des cas vagues, tant que des recherches et des travaux détaillés n'auront pas dégagé des connaissances de base plus abondantes. Des domaines nouveaux tels que la radioactivité, l'emploi de matériaux nouveaux dans la constitution des réseaux de distribution de l'eau, etc..., sont actuellement et constamment à l' étude, pour essayer d'évaluer la pollution pouvant en résulter de leur emploi croissant dans tous les domaines de notre vie quotidienne, et l'on devrait encourager dans le monde entier, les laboratoires, les organismes publics et les spécialistes, à entreprendre des recherches, afin que les données de base essentielles sur la qualité et le traitement de l'eau, puissent être précisées aussi rapidement que possible.

---

BIBLIOGRAPHIE.

1-Agence internationale de l'énergie atomique (1971): "Nuclear techniques in environmental pollution".
2-Brisou, J. & Magrou, E. (1947):"Annales de l'institut Pasteur", 73, 290.
3-Buttiaux, R. (1951):"L'analyse bactériologique des eaux de consommation", Paris, Flammarion.
4-Coin, L., Hannoun, C. & Gomella, C. (1964 & 1967): "Presse Médicale":72, 2153; et 75, 1833.
5-Commission internationale de protection radiologique: 1959,1964, et 1966: "Recommandations sur la protection radiologique.(Publications 2, 6, et 9).Oxford,Pergamon
6-France, Ministère de la santé publique et de la population (1962):'Recueil des textes officiels intéressant la santé publique et la population. Fascicule spécial N°62-31 bis, Eaux d'alimentation,"Paris.
7-Kooijmans Louve, L. H. (1966):"Association internationale des distributions d'eau, Rapport général N°3".
8-Organisation Mondiale de la Santé (1958):"Normes internationales applicables à l'eau de boisson": Genève.
9-Organisation Mondiale de la Santé (1968):"Méthodes d'analyse radio-chimique", Genève.
10-Organisation Mondiale de la Santé (1962):"Principes devant régir la protection de la santé des consommateurs à l'égard des résidus de pesticides", Genève, rapport technique(N°240).
11-Organisation Mondiale de la Santé (1967):"Méthodes d'évaluation toxicologique des substances ajoutées intentionnellement ou non aux aliments", Genève (rapport technique N°348).
12-Windle Taylor, E.:"The examination of waters and water supplies, 7ème édition, Londres, Churchill.

# TABLE DES MATIERES.

INTRODUCTION.....p.8
-Considérations générales.....p.9
I-Normes de qualité et de salubrité
de l'eau de boisson:
A-Normes Bactériologiques.....p.I0
B-Normes Chimiques et Physiques.....p.I9
C-Normes Biologiques.....p.25
D-Normes Radiologiques.....p.30
II-Normes de qualité pour les captages.....p.32
V-Utilités des services de laboratoire
pour l'analyse de l'eau.....p.39
-Acquisitions récentes dans les domaines
de la Virologie, de la Biologie, et de
la Radiologie:
A-Examen Virologique.....p.40
B-Examen Biologique.....p.4I
C-Examen Radiologique.....p.43
I-Problème des Pesticides.....p.44
Bibliographie.....p.47
CONCLUSION.....p.46

# TABLE DES MATIERES.

INTRODUCTION.....p.8

Considérations générales.....p.9

-Normes de qualité et de salubrité

de l'eau de boisson:

A-Normes Bactériologiques.....p.10

B-Normes Chimiques et Physiques.....p.19

C-Normes Biologiques.....p.25

D-Normes Radiologiques.....p.30

-Normes de qualité pour les capteurs.....p.32

-Utilités des services de laboratoire

pour l'analyse de l'eau.....p.39

Acquisitions récentes dans les domaines

de la Virology, de la Biologie, et de

la Radiologie:

A-Examen Virologique.....p.40

B-Examen Biologique.....p.41

C-Examen Radiologique.....p.43

-Problème des Pesticides.....p.44

Bibliographie.....p.47

CONCLUSION.....p.48